HENRICI, F. C.

Bemerkungen über die neuen die landwirthschaft betreffenden chemischen briefe des Herrn. v. Liebig.

Bemerkungen

über die neuen

die Landwirthschaft betreffenden

chemischen Briefe des Herrn v. Liebig.

Von

F. C. Henrici,
Domainenpächter in Harste bei Göttingen.

Göttingen,
Vandenhoeck und Ruprechts Verlag.
1858.

Druck von W. Fr. Kästner.

Vorwort.

Da Herr von Liebig in seiner herausfordernden Weise die Ueberzeugung aussprach, daß von den vorhandenen mehr als hundert landwirthschaftlichen Zeitschriften keine einzige von seinen Briefen Notiz nehmen werde, so war es mein Wunsch, daß die nachfolgenden Bemerkungen in das jetzt hier erscheinende Journal der Landwirthschaft bald aufgenommen würden. Das der Redaktion eingesandte Manuskript wurde mir jedoch mit dem Bemerken zurückgegeben, daß bereits für ein halbes Jahr Material vorhanden sei. Um mich nicht noch anderweiten Ablehnungen auszusetzen, habe ich mich lieber entschlossen, meine Arbeit selbständig erscheinen zu lassen, da ich es bei der Wichtigkeit des in Rede stehenden Gegenstandes für eine Pflicht halte, die Irrthümer, welche ich in den chemischen Briefen erkannt zu haben glaube, zu weiterer Prü-

fung öffentlich darzulegen. Die Rüge, welche ich über Hrn v. Liebig's übermüthige Behandlung der Landwirthe auszusprechen nicht habe unterlassen können, wird jeder Unbefangene völlig gerechtfertigt finden.

Göttingen, 10. Februar 1858.

Der Verfasser.

Bemerkungen

über

die neuesten chemischen Briefe des Herrn v. Liebig.

(Vorgetragen am 27. Januar 1858 in der landwirthschaftlichen Versammlung in Göttingen.)

I. Bodenerschöpfung.

Es ist gewiß im höchsten Grade zu bedauern, daß Herr von Liebig mehr und mehr dahin gekommen ist, seine agrikulturchemischen Abhandlungen mit unwürdigen Schmähungen und Verhöhnungen der Landwirthe auszüschmücken. Der Stand der Landwirthe ist ein ehrenhafter und zählt unter seinen Mitgliedern ohne Zweifel vollkommen so viele strebsame und einsichtsvolle Männer, als irgend ein anderer Stand. Der Vorwurf der Unwissenheit, welchen Herr v. Liebig bei jeder Gelegenheit den Landwirthen zu machen liebt, ist ein sehr unbegründeter; es ist vielmehr gar nicht zweifelhaft, daß ein großer Theil der obwaltenden Mißverständnisse wesentlich aus Herrn von Liebig's ungenügender Bekanntschaft mit dem Umfange und dem Werthe der vorhandenen landwirthschaftlichen Erfahrungen hervorgegangen ist. Diese Erfahrungen sind das Resultat sorgsamer und oft wiederholter Naturbeobachtungen und haben noch keinen Landwirth, der

sie mit verständiger Ueberlegung anwandte, im Stiche gelassen.

Mit ermüdender Ausführlichkeit behandelt Herr v. Liebig in seinen neuen chemischen Briefen*) die Erschöpfung des Bodens durch die von demselben gewonnenen Ernten, erkennt jedoch zum ersten Male als eine durch die Erfahrung von Jahrtausenden vollkommen festgestellte Thatsache an, daß die Fruchtbarkeit eines erschöpften Feldes durch Stallmist wiederhergestellt wird. Die Wirkung des Stallmistes leitet Hr. v. Liebig bloß von seinen unorganischen pflanzennährenden Bestandtheilen her und widerspricht der Ansicht anderer Chemiker, welche dem im Stallmiste enthaltenen Stickstoff einen großen Theil der Wirkung desselben zuschreiben. Hr. v. Liebig wendet in dieser Streitfrage seine Pfeile jetzt besonders gegen die Landwirthe, welche durch sie jedoch keineswegs getroffen werden, da der ganze Streit von Chemikern ausgegangen und von diesen auch der Versuch einer Preisbestimmung des in den verschiedenen Düngemitteln enthaltenen Stickstoffs gemacht worden ist.

Der Landwirth weiß jedoch aus positiven Erfahrungen, daß kein Boden fruchtbar ist, wenn er nicht eine gewisse Menge organischer in Verwesung begriffener Substanz enthält; er unterscheidet den in Kultur befindlichen fruchtbaren von dem unkultivirten

*) Allgemeine Zeitung. August und September 1857.

sogenannten todten Boden, in welchem die Fruchtbarkeit erst mit dem Hinzutreten verwesender organischer Substanz beginnt, wie günstig auch übrigens seine chemisch-mineralogische Zusammensetzung sein mag. Diese Erfahrung stimmt mit den in der Natur allgemein stattfindenden Vorgängen vollkommen überein. Auf der erdlosen dürren Oberfläche eines Steines bleibt zufällig der vom Winde herbeigeführte Samen einer Steinflechte haften, keimt mit Hülfe hinzukommender Feuchtigkeit und entwickelt sich zu einem Pflänzchen, welches sich allmälig in wunderbarer Weise auf dem Steine ausbreitet und darauf eine Decke von zunehmender Dicke bildet. Seine Nahrung zieht es aus der Luft und (vermöge deren Feuchtigkeit und Kohlensäure) aus dem harten Stein, welchen es bekleidet. Die abgenutzten Theile der Flechte sterben allmälig ab und werden zu Erde. Auch die Wurzeln der Flechte (überhaupt aller Pflanzen) stoßen im Fortwachsen beständig abgenutzte Theile von ihrer Oberfläche ab, welche sofort der Zersetzung unterliegen und in Pflanzennahrung umgebildet werden. Die auf solche Weise entstehende geringe Erdmenge reicht mit der Zeit hin, ein Samenkorn von einer höheren Pflanze aufzunehmen und zum Keimen zu bringen. So wie dieses erfolgt ist, breitet die neue junge Pflanze ihre kleinen Wurzeln in der geringen Erddecke aus, bietet dadurch ihrerseits wieder die Gelegenheit zur Ansiedelung schützender Moose, welche besonders geeig-

net sind, die nöthige Feuchtigkeit aufzunehmen und zurückzuhalten, während durch alle diese Vorgänge zugleich die Oberfläche des Steins, der die kleine Pflanzengesellschaft trägt, immer mehr angegriffen und zur Mitwirkung bei der Ernährung derselben fähig gemacht wird. Ist die höhere Pflanze ein Baum, so treibt dieser seine Wurzeln immer weiter über den Stein hin, bis es diesen gelingt, den Erdboden zu erreichen, womit das Leben des Baums gesichert ist. Große Felsblöcke findet man in Gebirgsgegenden häufig von den kräftigen Wurzeln hoher auf ihnen thronender Bäume (besonders Nadelbäume) umklammert, welche von da aus nach allen Richtungen im Boden sich ausbreiten.

Wir sehen hier aufs deutlichste, wie die Natur selbst darauf hinarbeitet, überall als Grundlage höherer Pflanzenbildung ein mit verwesender organischer Substanz (also auch mit Stickstoff) reichlich versehenes Erdreich aus den ersten Anfängen der Vegetation hervorgehen zu lassen. Die Unentbehrlichkeit verwesender organischer Stoffe im Boden für die Entwickelung höherer Pflanzen kann also wohl im geringsten nicht bezweifelt werden. Bei dem so eben geschilderten Hergange zieht die erste Pflanze, die Steinflechte, ihren Bedarf an Stickstoff aus dem in der Luft verbreiteten Ammoniak, die nachfolgende höhere Pflanze findet aber auch bereits im Boden neben unorganischen Nährstoffen einen Vorrath von Ammoniak, welchen sie durch ihre Wur-

zeln sich aneignen kann. Es ist schwer zu begreifen wie Hr. v. Liebig mit der größten Hartnäckigkeit die Entbehrlichkeit dieses durch den Verwesungsprozeß im Boden sich bildenden Ammoniaks fortwährend behaupten mag. Boussingault zieht dagegen aus seinen Vegetationsversuchen in künstlichen Erdmischungen den Schluß, daß der phosphorsaure Kalk, die alkalischen und erdigen Salze, obwohl unerläßlich für den Aufbau der Pflanze, doch nur dann eine Wirkung äußern, wenn sie sich mit Stoffen zusammenfinden, die assimilirbaren Stickstoff abgeben können, und daß die in der Atmosphäre vorkommenden assimilirbaren Stickstoffverbindungen in zu geringem Verhältniß einwirken, als daß dadurch, in Abwesenheit eines stickstoffhaltigen Düngers, eine reichliche und rasche Pflanzenproduktion bewirkt werden könnte *).

Bei unserm künstlichen Pflanzenbau wird nun offenbar dem Boden allmälig eine gewisse Menge von allen darin enthaltenen Pflanzennährstoffen entzogen, welche ersetzt werden muß, wenn dem Boden seine Fruchtbarkeit (Produktionskraft) dauernd erhalten werden soll. Diesen Ersatz giebt der Landwirth seinem Boden durch Bearbeitung und Düngung. Es ist vollkommen klar, wie Hr v. Liebig erörtert, daß eine Pflanze in einem gegebenen Boden nur dann zur Vollkommenheit gelangen

*) Zeitschr. für deutsche Landwirthe 1857. 9. 286.

kann, wenn sie darin alle die ihr nothwendigen mineralischen Nährstoffe, ohne Ausnahme auch nur eines einzigen, in genügender Menge (und in disponibler Form!) findet. Die Bestandtheile der Pflanzen sind theils verbrennliche, theils unverbrennliche. Die ersteren entstehen aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak; die letzteren sind: Phosphorsäure, Kali, Kieselsäure, Schwefelsäure, Kalkerde, Bittererde, Eisen, Kochsalz. „Alle verbrennlichen Pflanzenbestandtheile, sagt Hr. v. Liebig, stammen aus der Luft, und nicht aus dem Boden; der Kulturboden wird durch die Kultur nicht ärmer an organischen oder verbrennlichen Stoffen; im Wiesenboden nimmt die organische Masse zu, ein abgeerntetes Kleefeld enthält davon mehr (mehr Stickstoff) als zuvor, ist aber für den Klee unfruchtbar geworden ꝛc. ꝛc.“. Hiermit übereinstimmend nimmt Hr. v. Liebig eine Erschöpfung des Bodens nur hinsichtlich seiner mineralischen Pflanzennährstoffe (Aschenbestandtheile) an und stellt sodann die inhaltschwere Behauptung auf, „daß das seit einem halben Jahrhundert befolgte System des Feldbaues ein Raubsystem sei, welches, wenn es beibehalten werde, in einer berechenbaren Zeit, den Ruin der Felder und die Verarmung der Nachkommen unabweislich nach sich ziehen werde“ *).

*) Eine andere ganz unbegreifliche Aussage des Hrn. v. Liebig ist folgende: „Die Praxis behauptet, daß alle Felder die Aschenbestandtheile aller Pflanzen in unerschöpflicher Menge

Stellen wir uns einen mit allen mineralischen Pflanzennährstoffen in geeignetem Zustande ursprünglich wohl versehenen Boden, wie solcher unter den aufgeschwemmten Böden gar nicht selten ist, vor, so ist gewiß nicht zu bezweifeln, daß derselbe durch fortgesetzte Ernten ohne hinreichenden Ersatz des ihm genommenen endlich an den fraglichen Stoffen, wenigstens so weit sie assimilirbar da sind, erschöpft werden muß. Der Landwirth glaubt nun aber, gestützt auf die ihm vorliegenden zuverlässigen Erfahrungen, daß der erforderliche Ersatz bei einem diesen Erfahrungen entsprechenden Betriebe des Feldbaues vollständig erfolge, ohne sich jedoch darüber, wie dieses geschehe, befriedigende Rechenschaft geben zu können.

Es sei mir erlaubt, zur Aufklärung der hochwichtigen Frage Folgendes zu bemerken:

1. Es ist ganz unzweifelhaft, daß der verständige Landwirth durch umsichtige Benutzung der vorhandenen Erfahrungen einen erschöpften Boden wieder fruchtbar machen und fruchtbar erhalten kann. Einen Ackerboden, welcher unheilbar erschöpft wäre, giebt es nicht; wenn unter gegebenen Umständen diese oder jene Kulturpflanze auf einem ihr sonst zusagenden Boden nicht mehr gedeihen

---

enthalten". Wenn die Praxis solchen Unsinn glaubte, so würde sie wohl nicht seit uralter Zeit die ausgedehnteste Anwendung von Mergel, Kalk, Gyps, Asche 2c. 2c. gemacht haben.

will (abgesehen von ungünstigen Witterungsverhältnissen ꝛc. ꝛc.), so sind bei ihrer Kultur jedenfalls Fehler begangen worden. Die landwirthschaftlichen Erfahrungen sind gewissermaßen der Ausdruck von Naturgesetzen, von deren Befolgung (und weiterer Ausbildung) der Erfolg eben so gewiß abhängt, wie in Fabriken von der Befolgung bewährter Verfahrungsarten.

2. Die Kultur der Wälder ist uralt, eine Abnahme der Fruchtbarkeit des Waldbodens aber keineswegs wahrzunehmen, sondern vielmehr eine stetige Zunahme derselben, trotz der ungeheuren Masse der geschlagenen Bäume. Dürrer Sandboden kann durch vorgängige Erziehung und Abtreibung eines Kiefernwaldes nicht nur verbessert, sondern auch mit Erfolg für den Ackerbau vorbereitet werden. Die Kiefernwurzeln verbreiten sich aber in der Oberfläche und holen ihre Nahrung nicht aus der Tiefe.

3. In jedem, auch dem momentan ganz erschöpften Boden sind die seiner mineralogischen Zusammensetzung entsprechenden Bestandtheile im unaufgeschlossenen Zustande immer vorhanden und können durch alle die Verwitterung des Bodens bewirkenden und befördernden Mittel disponibel gemacht werden. Ein sehr wirksames Mittel dieser Art ist die Brache. Wird ein ganz erschöpftes Feld gebracht und dann sich selbst überlassen, so überzieht es sich mit einer Decke wildwachsender Pflanzen, durch deren Umpflügen schon wieder einige Fruchtbarkeit

gewonnen wird, welche durch Fortsetzung des Verfahrens beliebig gesteigert werden kann. In Haid- und Moorgegenden schält und brennt man seit uralter Zeit die Bodendecke, streut die Asche aus und zieht ohne weiteres einige Ernten von dem ärmlichen Boden, welchen man darauf so lange wieder sich selbst überläßt, bis er wieder mit einer neuen Pflanzendecke überzogen ist, mit der man dasselbe Verfahren wiederholt.

D i e V e r w i t t e r u n g d e s K u l t u r b o d e n s k a n n n u r a u f h ö r e n, w e n n d i e B o d e n m a s s e s e l b s t v e r z e h r t s e i n w i r d, was aber gewiß nicht in einer b e r e c h e n b a r e n Zeit geschehen kann. Jedes thonige Erdtheilchen, überhaupt jedes Mineralkörnchen bewahrt die Bestandtheile des Gesteins, aus dessen Zertrümmerung der Boden hervorgegangen ist. Die Verwitterung des Bodens und der Gesteine schreitet unaufhaltsam fort und wir können sie nicht hindern. Durch die Bearbeitung des Bodens wird sie befördert, durch eine Rasendecke merklich verzögert. Sie nagt auch am festesten Gestein und lockert es allmälig, löst auch vom dichtesten wenigstens Obenflächentheile ab. Die getrennten Theile werden durch ihre eigne Schwere, durch Wind und atmosphärische Wasser in die Tiefe geführt, wo sie sich unter Umständen anhäufen. Zu dem, was vom fruchtbaren Boden durch die Pflanzen hinweggenommen wird, kommt noch hinzu, was durch die atmosphärischen Wasser (besonders durch

ausgiebige Regen und Schneeschmelzung) oberflächlich fortgeführt wird, und dieses beträgt für unzählige Bodenlagen ohne Zweifel viel mehr, als jenes. Die Massen von Schlamm, welche unaufhörlich durch die Flüsse ins Meer abgeführt werden, übersteigen weit die Vorstellung, die man bei oberflächlicher Betrachtung sich davon macht. Zwar wird in den der Ueberschwemmung ausgesetzten Tiefländern ein Theil dieses Schlammes wieder abgesetzt und deren Boden dadurch allmälig erhöht, wie es z. B. in Flußniederungen fortwährend geschieht (in Aegypten beträgt die durch die jährlichen Nilüberschwemmungen bewirkte Bodenerhöhung über 30 Fuß); auch wirft an manchen Küsten das Meer so viel schlammigen Boden empor, daß derselbe von Zeit zu Zeit durch Eindämmung dem Meere abgewonnen werden kann (z. B. an den Nordseeküsten); — aber der weit überwiegend größte Theil des von den Flüssen fortgeführten Bodens wandert ins tiefe Meer und ist für die Menschen verloren.

Von der unaufhaltsam fortschreitenden Verwitterung des Bodens (des ungefrorenen und unausgetrockneten nämlich) kann man sich durch einen einfachen Versuch überzeugen. Wenn man in einen geräumigen Glastrichter ein Filter aus grauem Löschpapier legt, dieses vorsichtig mit reinem (destillirtem) Wasser anfeuchtet und andrückt, auf dasselbe eine Portion zerkleinerte Erde schüttet und diese, nachdem die Trichteröffnung mit einem Korkstöpsel

verschlossen worden, mit reinem Wasser übergießt, so erhält man (nach einigen Tagen ruhigen Stehens) beim Abziehen des Korkstöpsels eine gewöhnlich schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit, in welcher durch Hülfe chemischer Reagentien die Anwesenheit geringer Mengen löslicher Salze erkannt wird. Bedeckt man nun den Trichter mit einer Glasscheibe, um die Austrocknung der feuchten Erde zu verhüten, und gießt nach einiger Zeit wieder etwas reines Wasser darauf, so findet man in dem Durchlauf bei dessen chemischer Prüfung abermals die beim ersten Versuch aufgefundenen Substanzen (wenigstens großentheils) und dasselbe zeigt sich bei weiteren Wiederholungen des Versuchs. Offenbar ist es die in der feuchten Erde ununterbrochen vorgehende Verwitterung, welche dem durchfließenden Wasser die Substanzen, die es aufnimmt, in löslicher Form darbietet.

Bekanntlich hat Kuhlmann durch interessante Versuche bewiesen, daß der Heuertrag der Wiesen durch Bedüngung derselben mit verschiedenen salinischen Substanzen (schwefelsaurem Ammoniak, salpetersaurem Kalk und Natron, Salmiak mit phosphorsaurem Kalk, Guano rc.) sehr bedeutend und zwar in verschiedenem Maaße vergrößert wird *). Ohne

*) Den Landwirthen ist die Wirksamkeit mancher Mineralsubstanzen auf den Graswuchs seit langer Zeit wohlbekannt; ich brauche nur auf die häufige Verwendung der Holzasche auf Wiesen zu erinnern.

Zweifel beruht die Wirkung dieser Düngmittel (wenigstens großentheils) darauf, daß der Wiesenboden durch seine Grasnarbe und Ruhe der Einwirkung der Atmosphäre in hohem Grade entzogen, daß bei demselben also eine fortschreitende Verwitterung (Aufschließung seiner gebundenen mineralischen Bestandtheile und Verwesung der vorhandenen organischen Substanzen) mehr oder weniger gestört ist. Das dichte Wurzelgeflecht der Wiesenpflanzen kann demnach die zu deren Entwickelung erforderlichen löslichen Stoffe der obersten Bodenschicht desto leichter entziehen, je geringer die Tiefe dieses Wurzelgeflechts zu sein pflegt und je geringer, in Folge der gestörten Verwitterung, der durch diese zu gewährende Ersatz der verbrauchten Substanzen ist. Irre ich nicht, so ist die große und stets sich erneuernde Wirkung der Wiesenbewässerung, welche (wenn nur das Wasser keine schädlichen Substanzen enthält) die Ergiebigkeit der Wiesen dauernd zu erhalten vermag, zum großen Theile der durch das zugeführte lufthaltige (also Sauerstoff, Kohlensäure und Ammoniak enthaltende) Wasser bewirkten Verwitterung des Wiesenbodens zuzuschreiben; das zu Bewässerungen benutzte Wasser ist oft an gelösten Mineralsubstanzen sehr arm (z. B. im Gebiete des bunten Sandsteins ꝛc.) und übt gleichwohl auch dann die günstigste Wirkung auf den Graswuchs aus.

4. Aufgeschlossen kann durch Verwitterung natürlicherweise nur werden, was gebunden im Boden

vorhanden ist. Wenn einem Boden wesentliche Mineralsubstanzen fehlen, so können sie durch seine Verwitterung nicht hinzukommen und müssen in solchem Falle künstlich zugeführt werden. Nicht bloß mit dem Sandboden, der so ungeheure Strecken auf der Oberfläche der Erde bedeckt, ist dieses der Fall, sondern auch bei sehr vielen ihrer ganzen sonstigen Beschaffenheit nach werthvollen Bodengattungen. Der als landwirthschaftliche Hauptdünger stets zu betrachtende Stallmist kann einen erheblichen Mangel an Mineralsubstanzen im Boden nicht genügend ersetzen, insofern alle Pflanzen, die auf einem solchen Boden angebaut werden, also auch die Futterpflanzen, den fraglichen Mangel begreiflicherweise theilen. Bei dem großen, allen lebenden Organismen eigenen und für ihre Existenz hochwichtigen Akkommodationsvermögen ist nämlich nicht zu bezweifeln, daß die Pflanzensubstanz nicht so bestimmte Mengenverhältnisse ihrer Bestandtheile zeigen werde, wie die unorganischen Naturkörper. Für eine vollkommenste Pflanze mag dieses der Fall sein; aber die Natur bringt keine vollkommenen Pflanzen (Organismen) hervor, was auch, streng genommen, sogar von den unorganischen Naturkörpern gesagt werden kann. Daher sehen wir denn auch oft die bedeutendste Wirkung von der Aufführung kalkhaltiger Erden, Mergel, Gyps, sogar Sand 2c. *). Wenn also Hr. v. Liebig

*) Als ein Beispiel für die obige Behauptung will ich

sagt, „der Landwirth stelle durch Stallmist naturgesetzlich die verlorene Ertragsfähigkeit des Bodens wieder her," so ist dieser Ausspruch unstreitig zu allgemein und hat nur eine bedingte Gültigkeit. Die Wirkung des Stallmistes beruht übrigens, was nicht zu vergessen ist, keineswegs nur auf seinem Gehalt an pflanzennährenden Stoffen, sondern hängt auch wesentlich zusammen mit dem ganzen Prozeß seiner Zersetzung, welche auf den Boden durch Beförderung seiner Lockerheit, Verwitterung, Absorp-

---

nur anführen, daß der Kalkgehalt vieler aus der Verwitterung von Sandsteinen entstandener Bodenlagen so gering ist, daß er das Nahrungsbedürfniß vieler Kulturpflanzen nicht zu befriedigen vermag. Diese können sich auf solchen Böden denn auch nicht gehörig entwickeln und als Futterpflanzen auch dem Dünger nicht eine hinreichende Menge von Kalk zuführen. Durch so bedeutenden Kalkmangel wird aber auch die Bodenthätigkeit ausnehmend geschwächt, und es ist kein Wunder, wenn auf solchen Böden durch Aufführung von Mergel, Tuffkalk 2c. die Vegetation wie durch einen Zauberschlag verändert wird. Bekanntlich war man eine zeitlang hinsichtlich des Mergels nicht ohne Bedenklichkeit; der Mergel, hieß es, mache reiche Väter und arme Kinder. Dieses in düngerarmer Zeit entstandene Sprichwort paßt jedoch auf die heutige Landwirthschaft nicht mehr. In der That ist auch bei der stärksten Mergelung die Zufuhr von Kalk nur äußerst unbedeutend verglichen mit dem Kalkgehalt der kalkreicheren Böden, zu denen die allerfruchtbarsten gehören, so daß man hinsichtlich des Mergels sich wahrlich keine Sorge zu machen braucht. Die Verwendung des gebrannten Kalks erfordert jedoch besondere Rücksichten.

tionsfähigkeit, Wasseranhaltung ꝛc. aufs günstigste einwirkt.

5. Man kann annehmen, daß ein jeder Boden (in Folge seiner ganzen physischen Eigenthümlichkeit, seines Gehalts an organischen und unorganischen Stoffen, seiner Verwitterbarkeit ꝛc.) ein gewisses ihm eigenthümliches specifisches Produktionsvermögen besitze, welches ihm durch eine angemessene Kultur ohne Schwierigkeit erhalten werden kann. Mit diesem natürlichen, häufig mehr oder weniger beschränkten Produktionsvermögen, will aber der Landwirth sich oft genug nicht begnügen, sondern Erträge gewinnen, welche darüber hinausgehen. Je mehr dieses der Fall ist, desto mehr muß die natürliche Fruchtbarkeit des Bodens durch künstliche Mittel gesteigert werden. Man kann hiernach zwei wesentlich verschiedene Arten des Ackerbaubetriebes unterscheiden, einen solchen nämlich, der sich mehr den gegebenen natürlichen Bedingungen anschließt, und einen solchen, der nach Art der Industrie den Boden nur als ein Mittel benutzt zur Erzeugung einer möglichst großen Menge geldbringender Produkte. Die erste Art des Betriebes wird vermuthlich immer die allgemeinere bleiben, sie bleibt von den Gefahren der zweiten Betriebsart unberührt, welche um so größer sind, je mehr durch Kunst erzwungen werden soll, was durch einfache Mittel nicht zu erreichen ist. Gleichwohl kann die letztere unter günstigen Umständen (z. B in der Nähe großer Städte durch Benutzung des aus denselben zu

erlangenden wirksamen Düngers) große Erfolge erreichen. Aus diesem allen geht unwidersprechlich hervor, daß für den Landwirth nichts wichtiger ist, als eine möglichst vollständige Kenntniß des von ihm bearbeiteten Bodens; sie allein führt ihn zu einer sicheren Beurtheilung dessen, was er vernünftigerweise von seinem Boden erwarten kann.

6. Man hat bisher die Atmosphäre hinsichtlich der Zuführung mineralischer pflanzennährender Stoffe fast ganz unbeachtet gelassen. Es giebt jedoch Erscheinungen genug, welche einen erheblichen Einfluß derselben auf die Vegetation erkennen lassen. Der kräftige Gras- und Baumwuchs an vielen Meeresküsten z. B. ist ohne Zweifel nicht etwa nur der daselbst vorherrschenden feuchteren Luft, sondern auch besonders dem Gehalte derselben an verschiedenen durch die Verdunstung aus dem Seewasser mit emporgerissenen fixen Bestandtheilen zuzuschreiben. Es ist bekannt, daß die Seeluft die Salztheilchen ꝛc., die sie schwebend enthält, noch weit landeinwärts mit sich führt, wodurch sich also ihr Einfluß auf die Vegetation auch weiter verbreitet. Die atmosphärische Luft ist aber überhaupt von fremdartigen in ihr schwebenden Theilchen fast nie frei. Sie geben sich zu unserer immerwährenden Belästigung als Staub zu erkennen. Der Ursprung des atmosphärischen Staubes kann oft in großer Ferne liegen; es ist bekannt, daß die vulkanische Asche in ungeheure Entfernungen fortgeführt wird, daß die von den glü-

henden Sandflächen der afrikanischen Wüsten aufsteigenden Staubwolken häufig weit entfernte Schiffe auf hoher See einhüllen. Danach scheint es keineswegs unglaublich, daß die Atmosphäre auch durch die als Staub in ihr schwebenden festen Körperchen merklich auf die Vegetation möge einwirken können. Daß die Luft sehr häufig eine der Thier- und Pflanzenwelt schädliche krankmachende Beschaffenheit besitzt, welche auch nur von fremdartigen Beimengungen herrühren kann, bezweifelt niemand, wenngleich eine befriedigende Erklärung darüber noch nicht gegeben werden kann.

7. Es giebt viele Erscheinungen in der Natur, die mit der allmäligen Abnahme des Kulturbodens Aehnlichkeit haben. Die anscheinend unerschöpfliche Ergiebigkeit der Mineralquellen z. B. hat in der That etwas wunderbares. Sie fließen seit Jahrtausenden; ob die Menge ihrer Bestandtheile sich im Laufe der Zeit merklich vermindert, ist bisjetzt unbekannt und wird nur durch in längeren Zeiträumen zu wiederholende chemische Untersuchungen (unter Anwendung der vollendetsten Hülfsmittel der Wissenschaft) ermittelt werden können. Gleichwohl ist nicht daran zu zweifeln, daß es, streng genommen, wirklich der Fall sein müsse, weil der Vorrath, von welchem gezehrt wird, nicht absolut unerschöpflich sein kann. Mit dem Sauerstoff der Atmosphäre dürfte es eine ähnliche Bewandniß haben. Die Pflanzen athmen, wie die Thiere, atmo-

sphärische Luft ein und hauchen Wasser und Kohlensäure aus. Daneben aber haben alle grünen Pflanzentheile das merkwürdige Vermögen, unter Einwirkung des Sonnenlichts die Kohlensäure, die sie enthalten, zu zerlegen, die Kohle derselben in Pflanzensubstanz zu verwandeln und den Sauerstoff auszuscheiden. Dieser Funktion schreibt man nun eine außerordentlich große Wirkung zu, nämlich die Ersetzung des durch den Lebensprozeß im allgemeinen und durch alle Arten von Verbrennungsprozessen in größter Menge verbrauchten atmosphärischen Sauerstoffs. Wenn man aber bedenkt, wie klein auf der Erde der mit grünenden Pflanzen bedeckte Theil ihrer Oberfläche, verglichen mit dem von ewigem Eis und Schnee, von Wasser, von dürrem Sand und Fels bedeckten Theile ist, daß ferner, die fragliche Wirkung nur im Sonnenlichte (also nur am Tage) erfolgt und daß der überwiegend größte Theil der mit Pflanzen bekleideten Flächen *grünende* Pflanzen nur während weniger Sommermonate trägt, so wird man in der That geneigt zu zweifeln, daß die fragliche Sauerstoffausscheidung der Pflanzen die angenommene Wirkung auch nur annähernd haben könne, und man kann sich der Ansicht nicht erwehren, daß es mit dem Verbrauch des atmosphärischen Sauerstoffs sich vielmehr ebenso verhalten möge wie mit andern der endlichen Aufzehrung unterliegenden irdischen Vorräthen.

Der in unsern Tagen ins Ungeheure getriebenen

Ausbeutung der in der Erde geborgenen Kohlen- und Erzlager nur beiläufig gedenkend, will ich, weiter greifend, schließlich noch daran erinnern, daß auch die Wärme der Sonne und mit ihr die Wärme aller Körper des Planetensystems im Laufe der Zeiten allmälig unfehlbar abnimmt, obgleich (nach den genauesten astronomischen Berechnungen) die mittlere Wärme der Erdoberfläche seit den ältesten historischen Zeiten nicht um eine angebbare Größe abgenommen hat. Wenn nach diesem allen der jetzige Zustand der Natur allerdings nicht für eine ewige Dauer eingerichtet ist, so liegen doch offenbar daraus geschöpfte Bedenken ganz außerhalb des Gebietes der menschlichen Thätigkeit.

Es sei mir nun erlaubt, das Wesentlichste aus dem im Vorigen Ausgeführten zusammen zu stellen:

1. Jeder Boden enthält die seiner mineralogischen Zusammensetzung entsprechenden unorganischen Bestandtheile in solcher Verbindung und Gebundenheit, daß eine Aufzehrung derselben durch den Pflanzenbau nicht angenommen werden kann.

2. Die mineralogische Zusammensetzung der Ackerböden ist, je nach ihrer Abstammung, unendlich verschieden. Sehr vielen ausgedehnten Bodenlagen fehlt es ursprünglich mehr und weniger an diesen oder jenen unorganischen pflanzennährenden Substanzen, welche auch nicht durch den an Ort und Stelle gewonnenen Stallmist zugeführt werden können. In vielen Fällen ist daher eine anderweite

Zufuhr der fehlenden Substanzen zur Erreichung eines befriedigenden Ertrages unerläßlich, was jedoch oft keine leichte Aufgabe ist, da die Benutzung der käuflichen Düngemittel durch deren Preiserhöhung und Verfälschung mit jedem Tage schwieriger wird. Der wirksamste Dünger und zugleich von der allgemeinsten Anwendbarkeit ist ohne Zweifel der in großen Städten sich sammelnde und es ist im höchsten Grade wünschenswerth, daß derselbe dem Ackerbau zugänglicher gemacht werden möge.

3. Die vorhandenen landwirthschaftlichen Erfahrungen bieten schon jetzt die Mittel, einen Acker zu hohem Ertrage zu bringen; mit ihrer weiteren Ausbildung und der zunehmenden Kenntniß des Bodens werden auch die Bodenerträge ohne Zweifel allmälig zunehmen. Abweichungen von den als wahr erkannten Erfahrungsgrundsätzen, Uebertreibung erschöpfender Kulturen werden sich immer durch ungünstige Erfolge bestrafen. Die Menschen sind freilich nur zu oft zu Wagnissen dieser (wie jeder andern) Art geneigt in der Hoffnung, daß ihr unverständiges Beginnen dennoch gelingen könne. Für die unausbleiblichen Folgen solchen Beginnens darf man aber die Landwirthschaftskunde nicht verantwortlich machen und eben so wenig für die durch ungünstige Witterungsverhältnisse verursachten Störungen in der Pflanzenkultur.

4. Eine unheilbare Bodenerschöpfung giebt es nicht. Wenn Hr. v. Liebig als abschreckendes Bei-

spiel eines räuberischen Feldbaues uns die Verödung von Unteritalien und Sicilien vorführt, so wird man schwerlich verkennen können, daß hier Ursache und Wirkung mit einander verwechselt zu sein scheinen. Einbrechender Barbarei muß jede, auch die bestgegründete menschliche Thätigkeit erliegen. Warum, kann man fragen, ist denn nicht auch Oberitalien verödet, warum sehen wir in der Lombardei und Piemont, trotz vielfach ungünstiger Bodenverhältnisse und häufiger zerstörender Naturereignisse, den Feldbau fortwährend in der höchsten Blüthe? Doch nur deshalb, weil er dort von betriebsamen thätigen Menschen mit Sorgfalt betrieben und von den entwickeltsten Bewässerungsanstalten (ohne welche in wärmeren Ländern mit einigermaßen trocknem Klima der Ackerbau niemals gedeihen kann) unterstützt wird. Dieselben Mittel würden sicherlich auch heute noch in Sicilien und Unteritalien ähnliche Erfolge herbeiführen.

II. Absorptionsvermögen der Ackererden.

Die neuen chemischen Briefe des Hrn. v. Liebig enthalten wissenschaftliche Angaben vom höchsten Interesse. Sie berühren ein Gebiet, welches noch wenig untersucht worden ist, unstreitig aber die sorgfältigste Bearbeitung verdient. Die Erscheinungen, um die es sich handelt, gehören in das große Gebiet der sogenannten Absorptionserscheinungen,

welche überhaupt in der Natur eine höchst bedeutende Rolle spielen. Wenn man auf eine Portion Erde eine Lösung von verschiedenen Substanzen schüttet, so übt die Erde auf dieselben je nach ihrer Natur eine sehr verschiedene, mehr oder minder bedeutende Einwirkung aus; bei manchen Lösungen ist dieselbe sehr gering, so daß sie fast unverändert durch die Erde hindurch gehen, bei andern Lösungen wird die gelöste Substanz zum Theil in der Erde zurückgehalten (von derselben absorbirt), so daß die Lösung mehr oder weniger verdünnt abfließt, und bei noch andern Lösungen bewirkt die Erde eine Zersetzung, so daß von den getrennten Bestandtheilen der gelösten Substanz der eine oder andere, zuweilen in einer neuen Verbindung, abfließt. Hr. von Liebig äußert sich über diese Erscheinungen folgendermaßen: „Die Ackerkrume zersetzt alle Lösungen der pflanzennährenden Stoffe und läßt keinen derselben durch, sondern hält sie zurück und läßt nur entbehrliche Stoffe entweichen, so daß Regenwasser dem Boden keine Pflanzennahrung entzieht. Schüttet man eine Wasserglaslösung auf Erde, so ist in dem Durchlauf keine Spur von Kali und nur unter gewissen Umständen Kieselerde zu entdecken. Ebenso ist es mit Lösungen von phosphorsaurer Kalk- und Bittererde (in kohlensaurem Wasser) 2c. 2c. Kochsalzlösung läuft durch; Chlorkaliumlösung wird zersetzt, der Durchlauf enthält Chlorcalcium. Bei schwefelsaurem und salpetersau-

rem Natron werden von dem Natron nur Spuren zurückgehalten, bei schwefelsaurem und salpetersaurem Kali bleibt alles Kali zurück. Aus gefaulter Jauche, Gülle, Guano nimmt Erde alles Ammoniak, Kali und Phosphorsäure auf". Aus diesen Erscheinungen zieht Hr. v. Liebig den Schluß, „die Annahme, daß die Nahrungsmittel der Pflanzen gelöst sein müssen, um von den Wurzeln aufgenommen zu werden, sei ein großer Irrthum; es scheine vielmehr die große Mehrzahl der Kulturpflanzen darauf angewiesen, ihre Nahrung unmittelbar von den Theilen der Ackererde zu empfangen, welche sich mit den Wurzeln in Berührung befinden und abzusterben, wenn ihnen die Nahrung in einer Lösung zugeführt wird". Hr. v. Liebig nimmt hiernach an, daß die disponiblen Nährstoffe der Pflanzen im ungelösten Zustande im Boden vorhanden seien und daß die Pflanzen das Vermögen besitzen, durch ihre Wurzeln eine neue Lösung derselben zu bewirken, da sie doch nur im gelösten Zustande in diese eindringen können. Da Versuche zeigten, daß Gemüsepflanzen, sorgfältig ausgehoben und dann die Wurzeln in blaue Lackmustinktur gestellt, diese roth färben, also eine Säure ausscheiden, welche, da die Tinktur durch Kochen wieder blau wird, keine andere als Kohlensäure sein kann, so schreibt Hr. v. Liebig dieser Kohlensäure die neue Lösung der fraglichen Stoffe zu. Der beschriebene Versuch beweist auf unzweideutige Weise, daß eben

so wie die überirdischen nichtgrünen Pflanzentheile auch die Wurzeln Kohlensäure ausscheiden, und es kann nicht fehlen, daß diese Kohlensäure in Verbindung mit der übrigen im Boden vorhandenen auf manche Substanzen lösend wirkt. Was aber den von Hrn. v. Liebig hervorgehobenen großen Irrthum betrifft, so wird eine genauere Betrachtung der Erscheinungen überzeugend ergeben, daß nur Hr. von Liebig sich in einem solchen befindet.

Zunächst will ich darauf aufmerksam machen, daß Hr. v. Liebig sich gezwungen sieht, einen wesentlichen Unterschied zwischen Landpflanzen und Seepflanzen zu machen: „während die Seegewächse ihren ganzen Bedarf an diesen Stoffen (den unverbrennlichen) von dem umgebenden Medium im gelösten Zustande empfangen, führt das Wasser, welches den fruchtbaren Ackerboden durchdringt, keinen der drei wichtigsten und wesentlichsten Nahrungsstoffe (Phosphorsäure, Kali, Ammoniak) den Wurzeln der Landpflanzen zu“. Dieses ist, unbefangen betrachtet, eine reine Hypothese. Von andern Wasserpflanzen spricht Hr. von Liebig nicht; wie soll es denn mit diesen sein? Den im Wasser befindlichen nicht grünen Theilen dieser Pflanzen wird auch Hr v. Liebig das Vermögen, Kohlensäure auszuscheiden, nicht absprechen. Noch auffallender ist folgende Bemerkung: „ein an organischen Materien armer Thonboden oder Kalkboden entzieht der Lösung von kieselsaurem Kali alles Kali und alle Kieselsäure, der an orga-

nischen Materien (Humus) reiche entzieht das Kali, aber die Kieselsäure bleibt in der Flüssigkeit gelöst zurück. Dieses Verhalten erinnert unwillkürlich an die Wirkung, welche verwesende Pflanzenüberreste im Boden auf die Entwickelung der Pflanzen ausüben, welche große Mengen von Kieselsäure bedürfen, wie die Halmgewächse, Schilf und Schachtelhalm, welche letztere im sogenannten sauren Moor- und Wiesenboden vorherrschen; wird dieser Boden gekalkt, so verschwinden bekanntlich diese Pflanzen und machen besseren Futtergewächsen Platz". Durch das Kalken des sauren Bodens allein werden Schilf und Schachtelhalm nicht vertrieben, wenn nicht eine völlige Trockenlegung hinzukommt; durch beides, wodurch die Beschaffenheit des Bodens aber völlig umgeändert wird, wird übrigens nur das Schilf, keineswegs der Schachtelhalm vertrieben, zu dessen Vertilgung es leider noch immer an einem wirksamen Mittel fehlt. Wenn nun Hr. v. Liebig sagt, daß der humose (also auch der sumpfige) Boden die Kieselsäure aus ihrer Lösung nicht abscheide, so können doch die in solchem Boden wachsenden Kieselpflanzen ihre Kieselerde nur aus deren Lösung ziehen; das Schilf vergeht denn auch, wenn diese Lösung fehlt. Die Halmgewächse dagegen würden den reichsten Ertrag auf solchen Ackerböden geben, die ihnen, nach Hrn v. Liebig's Meinung, ein wahres Uebermaß an Kieselsäure darzubieten vermöchten.

Uebrigens müßte es wahrlich ganz wunderbar

erscheinen, wenn (wie Hr. v. Liebig ausdrücklich annimmt) zuerst eine Lösung der Pflanzennährstoffe im Boden erforderlich wäre, damit der Boden sie aus der Lösung wieder ausscheiden könne, und sodann die Pflanzenwurzeln eine ganz besondere Thätigkeit ausüben müßten, um eine neue Lösung der fraglichen Stoffe zu bewirken und sie so aufnehmen zu können. Wie könnte aber überhaupt durch das in den Boden dringende Regenwasser, nach den Ansichten des Hrn. v. Liebig, die vorläufige Lösung der in Rede stehenden Stoffe bewirkt werden? Ich sehe dazu keine Möglichkeit und bezweifle auch, daß Hr. v. Liebig sich diese Frage vorgelegt hat.

Betrachten wir die Erscheinungen, um die es sich handelt, genauer, so ergiebt sich sogleich eine ganze andere Deutung derselben. Uebergießt man nämlich eine Portion Erde reichlich mit einer wässerigen Flüssigkeit, so fließt nur ein Theil derselben hindurch, eine gewisse von der Beschaffenheit der Erde abhängige Menge der Flüssigkeit aber bleibt in der Erde, in Folge ihres Wasserhaltungsvermögens, welches bekanntlich eine der wichtigsten Eigenschaften der Ackererden (überhaupt allen Substanzen von erdigem Aggregatzustande eigen), nach ihrer Beschaffenheit aber unendlich verschieden ist, zurück. Wenn nun die Flüssigkeit eine Lösung von Substanzen ist, auf welche die Erde absorbirend wirkt, so muß offenbar die in dieser zurückgebliebene Flüs-

sigkeit eine **concentrirtere** Lösung sein, während eine mehr oder minder verdünnte abfließt. Bei dem Zustande von Durchnässung, in welchem die Erdmasse sich befindet, kann unmöglich daran gedacht werden, daß die Erdtheilchen die Substanzen, auf welche sie anziehend wirken, von dem Wasser, in welchem sie gelöst sind, zu trennen vermögten. Richtet man es so ein, daß auf die Erde nicht mehr von der Flüssigkeit geschüttet wird, als sie zurück zu halten vermag, so wird dieselbe durch die Erde gar keine Veränderung erleiden. Um uns zu überzeugen, daß diese Ansichten die richtigen sind, dürfen wir nur die Vegetation im Großen während verschiedener Witterungszustände beobachten. Es findet sich nämlich, daß unsere Landpflanzen zu ihrer kräftigsten Entwickelung nur eine mäßige Menge Wasser bedürfen; die Vegetation derselben ist immer am kräftigsten, wenn der Boden nur durch vorübergehende Regen mäßig angefeuchtet wird. Sobald die Nässe im Boden mehr zunimmt, auch wenn sie die seinem Wasserhaltungsvermögen entsprechende Menge noch lange nicht erreicht (was überhaupt nur vorübergehend der Fall sein kann), werden die Pflanzen schlaff, nehmen eine übermäßige Ausdehnung an und bilden unkräftige Samenkörner, wie dieses in allen nassen Sommern der Fall ist. Wir sehen also, daß die Pflanzen eine gewisse Concentration ihrer im Wasser gelösten Nahrung bedürfen. Das Seewasser ist an sich schon eine concentrirtere Lösung,

als den Landpflanzen geboten wird. Die Süßwasserpflanzen zeigen dagegen sämmtlich (einige Kieselpflanzen etwa ausgenommen) eine schlaffe wässerige Beschaffenheit. Die Concentration der im Boden befindlichen Lösungen ist übrigens immer nicht bedeutend und der Landwirth würde daher nicht wohl thun, sehr concentrirte Düngemittel für seine Kulturpflanzen zu verwenden.

Hr. v. Liebig nimmt an, daß das Absorptionsvermögen des Ackerbodens für gelöste Substanzen sich nur auf die in Lösung befindlichen Pflanzennährmittel erstrecke. Mir erscheint diese Beschränkung in der That zu willkürlich und der Natur nicht entsprechend. Es wird noch sehr zahlreicher Versuche zur weiteren Aufklärung dieses wichtigen Gegenstandes bedürfen; Hrn. v. Liebig's Angaben reichen dazu nicht hin. Eben so kann die Meinung, daß alle Pflanzennährmittel vom Boden absorbirt werden, nicht zutreffend sein, da Kochsalz und mehre salpetersaure Salze, deren Nährkraft doch nicht zu bezweifeln ist, leicht durchfließen.

Die chemischen Veränderungen, welche manche Lösungen bei ihrem Durchgang durch Erden erleiden, können dem bloßen Absorptionsvermögen der Erden nicht zugeschrieben werden, sondern nur Folgen chemischer Zersetzungen sein. Ob dabei das Absorptionsvermögen irgend einen Einfluß ausübt, kann nur durch Versuche ausgemittelt werden.

Das in Rede stehende Absorptionsvermögen des

Ackerbodens hat die wichtige Folge, daß demselben durch den auffallenden Regen die darin enthaltenen wichtigen Stoffe (wenigstens größtentheils) nur in verhältnißmäßig geringem Grade entzogen werden können. Die Bodenarten verhalten sich dabei jedoch unendlich verschieden. Am größten ist das Absorptionsvermögen bei den fruchtbaren thonigen Erden, am geringsten beim Sande. Auch giebt es für dasselbe eine jedem Boden eigenthümliche Sättigungsgränze, über welche hinaus die Absorption aufhört. Diese Sättigungsgränze steht jedenfalls in einer nahen Beziehung zu dem Wasserhaltungsvermögen der Erden; im allgemeinen steigt und fällt sie mit diesem. Wird sie überschritten, so kann der in Lösung befindliche Stoff nicht vollständig vom Boden zurückgehalten werden, sondern fließt zum Theil gelös't hindurch. Hieraus folgt für die Praxis die wichtige Regel, daß lösliche Düngemittel, wenn sie vor der Auslaugung durch den Regen geschützt werden sollen, nur in mäßigen, übrigens nach der Beschaffenheit des Bodens sehr verschiedenen Mengen angewandt werden dürfen.

Man darf übrigens nicht glauben, daß, wenn man eine Ackererde mit reinem Wasser übergießt, der Durchlauf gar keine Spuren von den in der Erde befindlichen löslichen Pflanzennährstoffen enthalte; bei zahlreichen von mir ausgeführten Versuchen dieser Art habe ich meistens deutliche Reaktionen auf Schwefelsäure, Kalk- und Bittererde,

Chlor, sogar auf Phosphorsäure, Kali und Ammoniak erhalten.

III. Herrn v. Liebig's Naturgesetze und Anderes.

Hr. v. Liebig hat versucht, seine Ansichten über die Erschöpfung des Bodens und über die Abhängigkeit des Ertrags von der im Boden vorhandenen Pflanzennahrung in der Form von Naturgesetzen darzustellen. Ich gestehe mit Bedauern, daß dieser Versuch mir gänzlich mißlungen zu sein scheint.

Das auf die Bodenerschöpfung sich beziehende Gesetz drückt Hr. v. Liebig folgendermaßen aus: „Die Kraft verzehrt sich im Gebrauche und erholt sich im Ersatze," wahrlich ein seltsamer Ausspruch, dessen Weisheit mir verborgen geblieben ist. Was für eine Kraft kann hier gemeint sein? eine Naturkraft gewiß nicht, denn die Naturkräfte sind unveränderlich und können nicht verbraucht, verzehrt werden. Verzehrt, erschöpft werden nur die sogenannten mechanischen Kräfte durch die Arbeitsleistung, die man durch ihre Hülfe vollbringt. Solche Kräfte sind aber bei der Bodenerschöpfung nicht thätig, sondern es handelt sich dabei ganz einfach um die Zehrung von einem Vorrathe, bei welchem es sich eben fragt, ob und wie weit er der Erschöpfung unterliegt, welches Sachverhältniß etwa durch folgendes Gleichniß ausgedrückt werden kann: Wenn man aus einem gefüllten Scheffel mit einer Hand fortwährend etwas

herausnimmt und mit der andern wieder eben so viel hineinlegt, so bleibt der Scheffel gefüllt; fehlt der Ersatz, so wird der Scheffel mit der Zeit leer.

Für die Berechnung des Ertrags aus der Bodennahrung stellt Hr. v. Liebig die Formel auf

$$E = N - W$$

und bemerkt dazu: „das große E in dieser Formel bedeutet Ertrag (Korn, Kartoffeln, Rüben ꝛc.) das N bedeutet Nahrung (Phosphorsäure, Kali, Ammoniak ꝛc.), W heißt Widerstand.“ Daß diese Formel nur wie eine mathematische aussieht, räume ich ohne weiteres ein, denn einen mathematischen Sinn enthält sie wahrlich nicht. Oder wie soll man es anfangen, von dem in Pfunden ausgedrückten Nahrungsvorrath einen Widerstand abzuziehen, der doch auch in Pfunden ausgedrückt sein müßte, und was versteht Hr. v. Liebig hier eigentlich unter dem Worte Widerstand?

Mathematisch gebildete Landwirthe haben die Aufgabe vorlängst in anderer Weise zu lösen versucht. v. Wulffen hat in seinen Arbeiten über die Statik des Landbaues die Formel angenommen

$$E = R \cdot T,$$

worin E ebenfalls den Ertrag, R die vorhandene Menge disponibler Pflanzennahrung im Boden, den sogenannten Reichthum des Bodens, T aber einen von der Bodenart abhängigen ächten Bruch bedeutet, welcher ausdrückt, der wievielste Theil der disponiblen Bodennahrung (denn es ist immer, auch unter

den günstigsten Umständen, nur ein Theil derselben) in abzuerntende Pflanzensubstanz verwandelt wird. Dieser Bruch ist das Maß der sogenannten **Thätigkeit** des Bodens. Diese Formel hat einen deutlichen Sinn, leidet jedoch an der Unvollständigkeit, daß sie den Einfluß der Witterung nicht berücksichtigt.

Man kann die Aufgabe noch allgemeiner auffassen und den Ertrag als eine unbestimmte Funktion aller darauf einwirkenden Agentien darstellen. Bezeichnen wir die im Boden vorhandene Menge disponibler Pflanzennahrung mit n, das Maß der Einwirkung des Bodens, vermöge seiner ganzen natürlichen Beschaffenheit, mit b, das Maß der Einwirkung der Witterung mit w und mit C eine Konstante, so kann man setzen

$$E = C \, . \, f\,(n, b, w),$$

wo denn die Konstante C denjenigen Ertrag ausdrückt, welcher erfolgt, wenn die Größen n, b, w mittlere Werthe haben, wodurch die Funktion $f\,(n, b, w) = 1$ wird, d. h. mit andern Worten den Durchschnittsertrag. Dem entsprechend muß die Konstante C für die verschiedenen Kulturpflanzen verschiedene Werthe erhalten. Da jedoch die Entwickelung der Pflanzen niemals ohne Störungen erfolgt (wie überhaupt nichts in der Natur), so hat man noch ein das Maß dieser Störungen (Schneckenfraß, Mäusefraß, Insektenfraß, Hagelschlag, Ueberschwemmung ꝛc.) ausdrückendes subtraktives Glied hinzuzufügen, welches die Form $z . f\,(n, b, w)$ haben wird, wo z einen Bruch

darstellt, der höchstens den Werth der Einheit annehmen kann; wir haben also schließlich die Gleichung:

$$E = C. (1 - z) f (n, b, w).$$

Unter günstigsten Umständen, d. h. bei Abwesenheit jeder Störung, würde z = o sein und die Formel in die vorige übergehen; im Gegentheil wird bei völliger Zerstörung einer Ernte z = 1 und dadurch E = o werden. Unsere Formel läßt erkennen, daß E für sehr verschiedene Werthe von n, b, w denselben Werth haben kann, in welchem Falle n desto größer sein muß, je kleiner b und w sind. Daher muß in einem ungünstigen Klima oder bei ungünstiger Jahreswitterung die Menge der disponiblen Pflanzennahrung im Boden größer sein, als in einem günstigen Klima und bei günstiger Jahreswitterung, wenn der Ertrag unter diesen verschiedenen Umständen derselbe sein soll. Bei vergleichenden landwirthschaftlichen Kulturversuchen bleibt w unberücksichtigt. Die Ergebnisse derselben sind daher unvollständig und gelten begreiflich nur für das Jahr, in welchem sie ausgeführt wurden. Sollen solche Versuche Resultate von allgemeinerer Gültigkeit geben, so müssen sie oft wiederholt werden, wobei denn freilich wieder die Schwierigkeit eintritt, daß n und b in verschiedenen Jahren verschiedene Werthe haben. Man sieht hieraus, wie schwierig es ist, zu sicheren landwirthschaftlichen Erfahrungen zu gelangen.

Was nun den praktischen Werth der in Rede stehenden Ertragsformeln betrifft, so muß ich leider

bekennen, daß sie einen solchen nicht haben; bei genauerer Prüfung erweisen sie sich in der That als illusorisch, denn

1. fehlt in denselben die Luftnahrung, welche die Erträge wesentlich mit herbeiführt, durch eine Zahl aber gar nicht dargestellt werden kann, was im Grunde auch mit den übrigen Größen **n**, **b** und **w** der Fall ist; denn

2. sind die Größen **n**, **b** und **w** keine beständige; **n** und **b** unterliegen einer fortwährenden Aenderung, insofern sie von der veränderlichen Witterung (**w**), von der Bodenbearbeitung, von der Vegetation selbst (man bedenke nur die große Verschiedenheit in den Wirkungen der Halm-, Blatt- und Hackfrüchte 2c.) in jedem Augenblick modifizirt werden.

3. Zur Bestimmung von **z** fehlen uns ebenfalls alle Mittel.

Man muß daher wohl die Möglichkeit einer irgend zutreffenden Vorausberechnung der Ernteerträge bezweifeln.

In seinem letzten Briefe stellt Hr. v. Liebig uns die Chinesen mit ihrer bekannten unermüdlichen und erfinderischen Betriebsamkeit als Muster im Pflanzenbau auf und führt Zahlen an, welche die außerordentliche und sonst unerreichte Größe der chinesischen Ackererträge beweisen sollen. Es wird angegeben, daß die Chinesen durch ihre sorgfältige Behandlung des Samens 2c. 2c. einen 120fältigen Ertrag beim Weizen zu erzielen wissen. Ohne irgend zu bestrei-

ten, daß wir beim Pflanzenbau gar manches von den Chinesen lernen können, muß ich doch bemerken, daß Angaben, wie die in Rede stehende, durchaus keinen Werth haben. Auch auf unsern Feldern kann man ähnliches finden, wenn man die zu einer Pflanze gehörigen Aehren und die darin enthaltenen Körner zählt, deren ganze Menge, als von einem einzigen Korne abstammend, die Vervielfältigung desselben unmittelbar ausdrückt. Damit ist aber nichts gesagt; es kommt vielmehr in allen Fällen darauf an zu wissen, wie groß der Ertrag von einer bestimmten Ackerfläche ist. Vergleicht man diesen mit der landüblichen Aussaatmenge für dieselbe Ackerfläche, so ergiebt der Quotient die Vermehrung derselben in der Ernte; man sagt dann, man habe das fünfte, sechste, siebente rc. rc. Korn geerntet. An der landüblichen Aussaatmenge kann man freilich durch eine sorgfältige Auswahl, Behandlung und Ausstreuung des Samens rc. recht ansehnlich sparen, ohne den Ernteertrag dadurch zu vermindern; vermehrt wird er dadurch aber im wesentlichen nicht. Die in dem Ernteertrage enthaltene Vermehrung der Aussaatmenge bietet also nur einen ganz unbestimmten und deshalb uubrauchbaren Maßstab dar. Die Ackererträge in hochkultivirten Gegenden kennen zu lernen, ist übrigens vom größten Interesse. Schon unsere älteren landwirthschaftlichen Lehrbücher enthalten zum Theil sehr interessante Angaben dieser Art, und ich nenne in dieser

Beziehung mit großer Befriedigung das zuerst vor 40 Jahren erschienene vortreffliche und allgemein als klassisch begrüßte Lehrbuch der Landwirthschaft von Burger.

Mit größter Anschaulichkeit und sichtlichem Wohlgefallen schildert Hr. v. Liebig uns die häuslichen vorzugsweise auf Düngergewinnung berechneten Einrichtungen der Chinesen. Daß diese Einrichtungen in der fraglichen Beziehung äußerst zweckmäßig sind, läßt sich nicht bestreiten; daß aber deutsche Sitte und deutsche Nasen sich zu einer solchen Höhe der Selbstverläugnung sollten erheben können, mit den fraglichen chinesischen Einrichtungen sich zu befreunden, ist mir doch in der That mehr als unwahrscheinlich.

Wenn ich zu Anfang dieses Vortrags mit Befriedigung Hrn. v. Liebig's unbedingte Anerkennung der Bedeutung des landwirthschaftlichen Hauptdüngers, des Stallmistes, anführen konnte, so darf ich doch nicht unerwähnt lassen, daß Hr. v. Liebig zu guter Letzt in seine alte Geringschätzung desselben zurückfällt, den Fruchtwechsel nach alter Gewohnheit für einen Verderber des Ackerbaus erklärt, die Entbehrlichkeit des Viehdüngers behauptet und die Trennung der Viehzucht vom Ackerbau fordert. Auf diese Expektorationen einzugehen, halte ich um so mehr für überflüssig, da ich mich bereits anderswo darüber ausgesprochen habe *), mögte aber zum Ab-

*) Vergl. meine Schrift „Ueber Fruchtfolge und Feldsysteme. 1856".

schied den gewiß von Vielen getheilten Wunsch auszusprechen mir erlauben, daß es Hrn. v. Liebig gefallen mögte, uns seine Goldkörner künftig ohne den scharfen und tauben Sand zu spenden, aus welchem sie bisher ausgelesen werden mußten. Der Dank dafür würde sicherlich nicht fehlen!

Dürfte ich noch einen andern Wunsch aussprechen, so wäre es der, daß unsere chemischen Versuchsstationen sich unter andern auch die Aufgabe stellen mögten, durch jährlich zu wiederholende Bodenanalysen eines und desselben Feldes auszumitteln, in welcher Weise der Ackerboden allmälig durch seine Benutzung zum Pflanzenbau verändert wird. Solche Untersuchungen, lange genug fortgesetzt, würden dem Landwirth mit der Zeit wichtige Fingerzeige für die Behandlung seiner Felder geben können. In dieser Beziehung haben die zahlreichen in neuerer Zeit, zum Theil mit großer Sorgfalt und Mühe ausgeführten Düngungsversuche zu befriedigenden Ergebnissen noch nicht geführt. Diese Ergebnisse sind großentheils nur als örtliche und anderweit bedingte zu betrachten, so daß Regeln von allgemeinerer Gültigkeit sich daraus nicht ableiten lassen. Auch hat man dabei häufig die Kulturen der Vorjahre zu wenig berücksichtigt, deren Einfluß sehr bedeutend sein kann. Als ein Beispiel hierfür will ich nur die Versuche von Schmidt*) anführen, welche zu Gun-

*) Henneberg Journal für Landwirthschaft. 1858, 1.

sten der Weizenbedüngung mit phosphorsaurem Kalk und Chilisalpeter einen Gewinn von beziehungsweise 4 Rthlr. 1 Sgr. 4 Pf. und 4 Rthlr. 19 Sgr. 6 Pf. pro Morgen gegen ungedüngten Weizen ergeben haben. Hierbei ist zu bemerken, daß das zu dem Versuche benutzte Ackerstück nach reiner mit 8 Fudern Kuhmist pro Morgen gedüngter Brache folgende Früchte getragen hat

1. Weizen 2. Hafer 3. Hülsenfrüchte 4. Weizen,

und daß bei dem letzten Weizen die Düngungsversuche ausgeführt wurden. Die angegebene Fruchtfolge leidet nun offenbar an einem erheblichen Fehler, da nach richtigen Grundsätzen der Hafer die letzte Frucht von allen hätte sein sollen, wodurch der zweite Weizen eine ungleich günstigere Stelle bekommen hätte; der Hafer, mit seinem großen Aneignungsvermögen, würde die Zurücksetzung viel eher als der Weizen ertragen haben. In der so veränderten Fruchtfolge

1. Weizen 2. Hülsenfrüchte 3. Weizen 4. Hafer

würde, bei Zusammenfassung der beiden letzten Ernten von Weizen und Hafer, das Ergebniß ohne Zweifel ein anderes geworden sein und das ungedüngte Stück würde aller Wahrscheinlichkeit nach im Ertrage viel weniger zurückgestanden haben, obgleich auch in diesem Falle die Aufeinanderfolge von vier reife Körner gebenden Ernten nach einer mäßigen Mistdüngung für eine wirthschaftlich fehlerhafte gehalten werden müßte. Je länger aber eine Düngung ausreichen soll, desto wichtiger ist die Wahl der Fruchtfolge. Auf die Abhängigkeit aller Versuchsergebnisse der fraglichen Art von der Jahreswitterung habe ich oben bereits aufmerksam gemacht.